

① RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

⑪ N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 833 353

⑫ N° d'enregistrement national : 01 15819

⑤ Int Cl⁷ : G 01 R 31/00

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫ Date de dépôt : 07.12.01.

⑫ Priorité :

⑫ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 13.06.03 Bulletin 03/24.

⑫ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑫ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦ Demandeur(s) : RENAULT Société anonyme — FR.

⑦ Inventeur(s) : BOUTIN SAMUEL et SNYDER RAY.

⑦ Titulaire(s) :

⑦ Mandataire(s) : CABINET JP COLAS.

⑤ PROCÉDE DE DIAGNOSTIC DE DEFAUTS DE FONCTIONNEMENT D'UN ENSEMBLE DE SYSTEMES
ELECTRONIQUES, NOTAMMENT DANS UN VEHICULE AUTOMOBILE.

⑦ Suivant ce procédé, a) au lancement d'une phase de diagnostic, on sélectionne les données (x_i) qui présentent une valeur particulière (x_{ip}), b) pour chaque donnée (x_i) ainsi sélectionnée, on recherche le groupe (X_{coi}) des données susceptibles d'être à l'origine de la valeur particulière (x_{ip}) prise par la donnée (x_i), c) on établit la liste (X_{co}) des données contenues dans l'intersection desdits groupes (X_{coi}) de données, et d) on analyse ladite liste (X_{co}) pour identifier le ou les éléments de l'ensemble dont un défaut de fonctionnement est à l'origine des valeurs particulières prises par lesdites données (x_i).

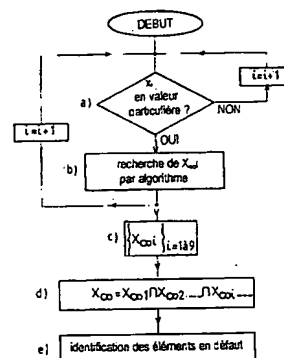


FIG. 2

FR 2 833 353 - A1



BEST AVAILABLE COPY

La présente invention est relative à un procédé de diagnostic de défauts de fonctionnement d'un ensemble de systèmes électroniques intégrés recevant et produisant des données multiplexées, au moins une desdites données étant susceptible de prendre une valeur particulière prédéterminée consécutivement à l'apparition d'un défaut de fonctionnement de l'un au moins des composants desdits systèmes.

On connaît des ensembles de systèmes électroniques de ce type, conçus notamment pour équiper des véhicules automobiles. Un tel véhicule comprend couramment plusieurs systèmes assurant chacun l'exécution d'une prestation telle que la commande du moteur propulsant le véhicule, la gestion de la climatisation de l'habitacle, la gestion des liaisons du véhicule au sol (freinage, suspension...), la gestion de communications téléphoniques, etc, etc...

On a schématisé à la figure 1 du dessin annexé les composants matériels de l'ensemble de ces systèmes. Ces composants comprennent essentiellement des unités de commande électroniques ou "calculateurs" UCE_m , chaque calculateur étant éventuellement connecté à des capteurs C_i^n et à des actionneurs A_j^m , tous les calculateurs étant connectés à au moins un même bus B pour y émettre ou recevoir des informations convenablement multiplexées, en provenance ou à destination des autres calculateurs connectés au bus B.

Ce multiplexage est obtenu notamment, comme cela est bien connu pour le bus CAN par exemple, en introduisant les informations en cause dans des messages matérialisés par des trames de signaux numériques.

A titre d'exemple illustratif, le système S_2 de "commande du moteur" comprend le calculateur UCE_2 , plusieurs capteurs C_i^2 sensibles à des grandeurs telles que le régime du moteur, à combustion interne par exemple, la pression au collecteur d'admission de ce moteur, la pression de l'air extérieur, la température de l'eau de refroidissement du

moteur, celle de l'air, l'état de charge de la batterie, etc, etc..., et plusieurs actionneurs A_j^2 . Le calculateur UCE_2 est dûment programmé pour exécuter plusieurs fonctions de commande du moteur telles que : la régulation de ralenti, la
5 régulation de la richesse du mélange air/carburant, le réglage de l'avance à l'allumage de ce mélange et la recirculation des gaz d'échappement. Pour ce faire le calculateur UCE_2 exploite des informations venues des capteurs C_i^2 précités et élabore des signaux de commande des
10 actionneurs A_j^2 constitués par une vanne de commande d'air additionnel et une bobine d'allumage de bougie pour la fonction "régulation de ralenti", un injecteur de carburant pour la fonction "régulateur de richesse", la même bobine d'allumage pour la fonction "avance de l'allumage" et une
15 vanne pour la fonction "recirculation de gaz d'échappement".

Les autres "prestations" évoquées ci-dessus, "climatisation de l'habitacle", "liaison avec le sol", etc.. sont exécutées par des systèmes d'architecture analogue à celle présentée ci-dessus pour la commande du moteur.

20 Tous ces systèmes mis en communication par un même bus B constituent un réseau multiplexé. On conçoit alors que plusieurs fonctions relevant de systèmes différents peuvent exploiter des informations issues de mêmes capteurs, par exemple, ce qui évite de coûteuses redondances dans la
25 structure de l'ensemble des systèmes. L'utilisation d'un réseau multiplexé permet aussi de réduire de manière très importante la longueur des lignes électriques interconnectant les différents éléments de l'ensemble. Un tel ensemble multiplexé permet aussi la mise en place de
30 fonctions non classiques et éventuellement complexes, faisant intervenir parfois plusieurs systèmes et dites pour cette raison "transversales". A titre d'exemple illustratif et non limitatif, la perception de l'information "sac d'air (ou "airbag") déclenché", significative de ce que le
35 véhicule a subi un choc, peut être traitée alors de manière

à commander l'émission d'un appel au secours par un dispositif de téléphonie mobile embarqué dans le véhicule.

On connaît de la demande de brevet français N° 00 08251, déposée le 27 juin 2000 par la demanderesse, un procédé
5 d'évaluation de la sûreté de fonctionnement d'un tel ensemble de systèmes intégrés recevant et produisant des données. Ce procédé permet d'évaluer l'impact de toute modification apportée au système pendant sa phase de conception, et donc de s'assurer que cette modification
10 n'altère pas significativement la sûreté de fonctionnement de l'ensemble, comme cela est particulièrement nécessaire dans l'environnement d'un véhicule automobile pour assurer la sécurité des passagers.

Pendant la vie utile du véhicule, il arrive cependant
15 que certains des composants de l'ensemble : capteurs, actionneurs, calculateur, bus, ... tombent en panne ou soient sujets à des fonctionnements défectueux et il convient donc de disposer de moyens de diagnostic de ces pannes ou défauts de fonctionnement. Pour les mêmes raisons que celles
20 exposées ci-dessus à propos de l'évaluation de la sûreté de fonctionnement du véhicule, il serait avantageux que ces moyens soient conçus de manière à permettre, pendant toute la phase de conception du véhicule, de vérifier que les évolutions apportées aux systèmes électroniques embarqués
25 dans le véhicule pendant cette phase n'altèrent pas la capacité de diagnostic de ces moyens.

La présente invention a précisément pour but de fournir un procédé de diagnostic de défauts de fonctionnement affectant un ensemble de systèmes électroniques du type
30 décrit ci-dessus, c'est-à-dire un ensemble dans lequel des systèmes produisent et échangent des données multiplexées.

La présente invention a aussi pour but de fournir un tel procédé dont la capacité de diagnostic puisse être évaluée à tout moment pendant la phase de conception d'un
35 véhicule automobile équipé d'un tel ensemble de systèmes multiplexés.

On atteint ces buts de l'invention, ainsi que d'autres qui apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, avec un procédé de diagnostic de défauts de fonctionnement d'un ensemble de systèmes électroniques produisant et consommant des données multiplexées, au moins une desdites données (x_i) étant susceptible de prendre une valeur particulière (x_{ip}) prédéterminée consécutivement à l'apparition d'un défaut de fonctionnement de l'un au moins des composants dudit ensemble, ce procédé comprenant les étapes suivantes :

- a) au lancement d'une phase de diagnostic, on sélectionne les données (x_i) qui présentent une valeur particulière (x_{ip}),
- b) pour chaque donnée (x_i) ainsi sélectionnée, on recherche le groupe (X_{oi}) des données susceptibles d'être à l'origine de la valeur particulière (x_{ip}) prise par la donnée (x_i),
- c) on établit la liste (X_o) des données appartenant à l'intersection desdits groupes (X_{oi}) de données, et
- d) on analyse ladite liste (X_o) pour identifier le ou les composants de l'ensemble dont un défaut de fonctionnement est à l'origine des valeurs particulières (x_{ip}) prises par lesdites données (x_i).

Comme on le verra plus loin en détail, ce procédé permet, grâce à un algorithme de traitement de données permettant de remonter des effets observés de défauts de fonctionnement aux causes de ces défauts, d'identifier les organes ou appareils affectés par les défauts, ce qui permet ensuite d'y porter remède.

Selon d'autres caractéristiques de la présente invention, à l'étape d), on exclut de la liste (X_o) les données qui ne correspondent pas aux effets observés des défauts de fonctionnement affectant l'ensemble de systèmes électroniques, et/ou les données émises par au moins un

composant prédéterminé du système, dont la fiabilité n'est pas douteuse, tel qu'un calculateur ou un bus, par exemple.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen du dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 est un schéma d'un ensemble de systèmes électroniques qu'on se propose de doter de moyens de diagnostic de défauts de fonctionnement suivant la présente invention, cet ensemble étant décrit dans le préambule de la présente description et,
- la figure 2 est un organigramme du procédé de diagnostic suivant l'invention.

Pour mettre en œuvre celui-ci, on dispose d'une base de données qui rassemble toutes les informations permettant de décrire l'architecture matérielle, fonctionnelle et opérationnelle de l'ensemble de systèmes électroniques.

D'une manière analogue à celle décrite dans la demande de brevet français N° 00 08251 précitée, également, on constitue un outil logiciel propre à interroger la base de données, par voie de requêtes, de manière à exécuter les algorithmes de recherche de causes de défauts de fonctionnement décrits ci-dessous. A titre d'exemple illustratif et non limitatif, on pourra utiliser à cet effet le langage de requête SQL, bien connu de l'homme de métier.

Si x est un objet de la base de données, on note dans la suite $F(x)$ une requête sur x . On utilise la notation majuscule X pour dénommer un ensemble donné. $F(X)$ est alors l'union des ensembles $F(x)$ pour x appartenant à X . Ceci est cohérent avec l'exploitation des requêtes d'une base de données puisque le résultat d'une requête est un ensemble de solutions. Comme les résultats de plusieurs

requêtes sur des éléments homogènes sont homogènes, on peut parler de leur union ou réunion.

Suivant l'invention, après lancement d'une phase de diagnostic de défauts de fonctionnement, on sélectionne
5 (étape a de l'organigramme de la fig. 2) dans cette base les données x_i (i de 1 à q) qui ont pris une valeur particulière x_{ip} à la suite de l'événement que constitue l'apparition d'un défaut de fonctionnement d'un ou de plusieurs composants de l'ensemble de systèmes
10 électroniques considérés : capteur ou actionneur, calculateur, bus, ...

C'est ainsi qu'une donnée x_i peut prendre une valeur particulière x_{ip} prédéterminée significative de ce que la donnée est devenue invalide ou erronée, ou de ce qu'un
15 calculateur, un bus, un capteur ou un actionneur est en panne ou en fonctionnement dégradé, ou encore de ce qu'une trame de signaux numériques contenant la donnée est invalide ou absente, etc, etc...

Ayant ainsi sélectionné les données x_i réglées à une
20 valeur particulière x_{ip} , on va, suivant l'invention, remonter (étape b) à l'ensemble des données susceptibles d'être responsables du réglage à une valeur particulière x_{ip} des données x_i et, de là, aux causes premières de cet état de fait, telles que des défauts de fonctionnement des
25 types cités ci-dessus, à titre d'exemple illustratif et non limitatif seulement.

Si on considère une donnée x_i réglée à une valeur particulière x_{ip} , produite ou consommée par une ou plusieurs fonctions de l'ensemble de systèmes
30 électroniques considéré, on note :

- $F(x_i)$ la requête "ensemble des fonctions qui produisent la donnée $x_i = x_{ip}$ en sortie",
- $G(f, \{x_{jp}\})$ la requête "ensemble des données représentatives d'événements "redoutés" pour la
35 fonction f , soit ceux pour lesquels elle entre en

défaut et tels que f produit la donnée $x_j = x_{jp}$ en sortie (la fonction f pouvant avoir plusieurs modes ou fonctionnement "dégradés"),

$$G(f, X) = \bigcup_{x \in X} G(f, \{x\})$$

5 On peut écrire alors :

$$X_1 = \{x_{ip}\} \cup G((F\{x_{ip}\}), \{x_{ip}\}) = X_0 \cup G(F(X_0), X_0)$$

en posant $X_0 = \{x_{ip}\}$,

X_1 étant l'ensemble des données représentatives d'événements qui ont pu causer l'émission de la donnée

10 $x_i = x_{ip}$.

On définit de même :

$$X_2 = X_1 \cup G(F(X_1), X_1)$$

l'ensemble X_2 des données qui ont pu produire x_i après que toutes les fonctions produisant x_i se soient appliquées au
15 plus deux fois.

On tire de ce qui précède la suite récurrente d'ensembles de données $(X_0, \dots, X_n, X_{n+1}, \dots)$ telle que :

$$X_0 = \{x_i\} \text{ et }$$

$$X_{n+1} = X_n \cup G(F(X_n), X_n)$$

20 On appelle X_{∞} la limite quand n tend vers $+\infty$ de la suite X_n , X_{∞} désignant ainsi l'ensemble, ou groupe, des données représentatives d'événements qui ont pu causer l'émission de $x_i = x_{ip}$.

Il faut évidemment s'assurer de l'existence de X_{∞} et
25 de ce que l'ensemble trouvé $G(F(X_{\infty}), X_{\infty})$ d'événements est un sous-ensemble propre de X_{∞} .

Sur le premier point il est clair que $X_n \subseteq X_{n+1}$. Par ailleurs, X_n étant inclus dans l'ensemble des événements de l'ensemble de systèmes électroniques, il existe un
30 indice N pour lequel $X_{N+1} = X_N$.

Il s'ensuit que :

$$X_{N+2} = X_{N+1} \cup G(F(X_{N+1}), X_{N+1}) = X_N \cup G(F(X_N), X_N) = X_{N+1} = X_N$$

Il en résulte, par récurrence, que $X_\infty = X_N$, ce qui démontre l'existence de X_∞ .

Sur le deuxième point, puisque $X_{N+1} = X_N \cup G(F(X_N), X_N)$, on tire, en substituant X_∞ à X_{N+1} et X_N :

$$5 \quad X_\infty = X_\infty \cup G(F(X_\infty), X_\infty)$$

La lecture de cette égalité de la droite vers la gauche fait apparaître que tout élément de $G(F(X_\infty), X_\infty)$ appartient à X_∞ et donc que $G(F(X_\infty), X_\infty)$ est un sous-ensemble propre de X_∞ .

10 L'algorithme décrit ci-dessus est répété pour toutes les données x_i telles que $x_i = x_{ip}$ (étape c), ce qui produit q groupes $X_{\infty i}$ (i de 1 à q) de données.

Suivant l'invention on établit alors la liste X_∞ des données $x_i = x_{ip}$ qui appartiennent à l'intersection de ces groupes (étape d) soit:

$$X_\infty = X_{\infty 1} \cap X_{\infty 2} \cap \dots \cap X_{\infty i} \dots$$

et on remonte aux composants émetteurs de ces données pour identifier le ou les composants de l'ensemble de systèmes électroniques (capteurs, actionneurs, calculateurs, bus, ...) qui sont éventuellement affectés d'un défaut de fonctionnement (étape e).

Les défauts affectant ces composants peuvent réagir sur les entrées ou les sorties des fonctions exécutées dans l'ensemble de systèmes électroniques. Les défauts de sortie sont des valeurs particulières de données "réseau": donnée erronée (dont le défaut n'est pas diagnostiqué) donnée indiquée en défaut, donnée en valeur particulière, ou des valeurs particulières de données "filaires", délivrées par des capteurs ou actionneurs par exemple :

30 donnée erronée ou indiquée en défaut.

Les défauts d'entrée des fonctions sont, outre les défauts précédemment cités : l'absence d'un calculateur,

d'une trame ou d'un bus, la défaillance d'un actionneur ou d'un capteur, ou encore des défauts internes à un calculateur (en "reset", erreur de CRC, erreur sur tension d'alimentation ou de masse, UCE muet, etc...).

5 Le nombre des données contenues dans l'intersection X_{∞} des ensembles de données $X_{\infty i}$ peut être important. Cependant seules celles de ces données qui sont représentatives de défauts de composants de l'ensemble de systèmes électroniques (capteurs, actionneurs,
10 connecteurs, liaisons filaires, calculateurs, etc...) sont à retenir.

Par ailleurs, le conducteur du véhicule peut observer certains non fonctionnement, ou fonctionnement dégradé, de dispositifs fonctionnels embarqués dans le véhicule (tel
15 qu'une panne du dispositif de climatisation, par exemple).

De même, un garagiste chargé de réparer le véhicule en panne peut, grâce à des données de diagnostic émises sur le bus, identifier des causes de pannes possibles.

Toutes ces observations permettent de délimiter, dans
20 l'intersection X_{∞} des groupes de données $X_{\infty i}$, les données qui sont cohérentes avec les observations faites, ce qui permet d'exclure les autres dans la suite de la recherche des causes de pannes.

De même encore si on fait l'hypothèse, raisonnable,
25 que l'origine d'une panne recherchée ne se trouve pas dans un calculateur ou un bus, du fait de la fiabilité élevée de ces appareils entièrement électroniques, on pourra encore faire sortir de X_{∞} toutes les données qui trouvent leur origine dans ceux-ci.

30 C'est ainsi que l'on pourra retrouver assez facilement, suivant l'invention, un capteur ou un actionneur à l'origine d'un défaut de fonctionnement observé par le conducteur ou le garagiste, quand bien même

la corrélation entre la panne observée et la cause de la panne serait loin d'être évidente.

A titre d'exemple illustratif et non limitatif d'une telle situation, on peut citer le cas où un conducteur observe une panne du dispositif de climatisation, dans un véhicule où on a programmé une mise hors service de ce dispositif quand le niveau du carburant contenu dans le réservoir du véhicule tombe en dessous d'un niveau bas, ceci pour réduire la consommation du véhicule jusqu'au moment où il sera possible de faire de nouveau le plein du réservoir.

Une recherche de la cause de cette panne conduite par le procédé algorithmique suivant l'invention peut révéler que la cause de cette panne vient d'un défaut de fonctionnement d'une sonde chargée de mesurer le niveau du carburant dans le réservoir de ce carburant.

On remarquera que le procédé de diagnostic de défauts suivant la présente invention peut être mis en œuvre aussi bien pendant la phase de conception d'un véhicule équipé de systèmes électroniques multiplexés, qu'une fois le véhicule mis en service. Conformément à l'un des buts poursuivis par la présente invention, il est ainsi possible de vérifier que les évolutions subies par ces systèmes pendant cette phase de conception n'altèrent pas les capacités de diagnostic de défauts, suivant l'invention, des systèmes embarqués.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au diagnostic de défauts affectant un ensemble de systèmes électroniques embarqués dans un véhicule automobile. Elle trouve application, au contraire, dans tout ensemble de systèmes électroniques recevant et produisant des données accessibles sur un bus.

REVENDICATIONS

1. Procédé de diagnostic de défauts de fonctionnement d'un ensemble de systèmes électroniques produisant et consommant des données multiplexées, au moins
5 une desdites données (x_i) étant susceptible de prendre une valeur particulière (x_{ip}) prédéterminée consécutivement à l'apparition d'un défaut de fonctionnement de l'un au moins des composants (A_i^n , C_i^n ; UCE_n ; B) dudit ensemble, ce procédé étant caractérisé par les étapes suivantes :
- 10 a) au lancement d'une phase de diagnostic, on sélectionne les données (x_i) qui présentent une valeur particulière (x_{ip}),
b) pour chaque donnée (x_i) ainsi sélectionnée, on recherche le groupe (X_{oi}) des données susceptibles d'être
15 à l'origine de la valeur particulière (x_{ip}) prise par la donnée (x_i),
c) on établit la liste (X_∞) des données contenues dans l'intersection desdits groupes (X_{oi}) de données, et
d) on analyse ladite liste (X_∞) pour identifier le
20 ou les composants de l'ensemble dont un défaut de fonctionnement est à l'origine des valeurs particulières (x_{ip}) prises par lesdites données (x_i).
2. Procédé conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que, à l'étape d), on exclut de la liste
25 (X_∞) les données qui ne correspondent pas à des effets observés de défauts de fonctionnement.
3. Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, à l'étape d), on exclut de la liste (X_∞) les données émises par au
30 moins un composant prédéterminé d'un système de l'ensemble.

4. Procédé conforme à la revendication 3, caractérisé en ce que ledit composant prédéterminé est un calculateur (UCE_i) ou un bus (B).

5. Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 4, appliqué à un ensemble de systèmes électroniques embarqués dans un véhicule automobile.

1/1

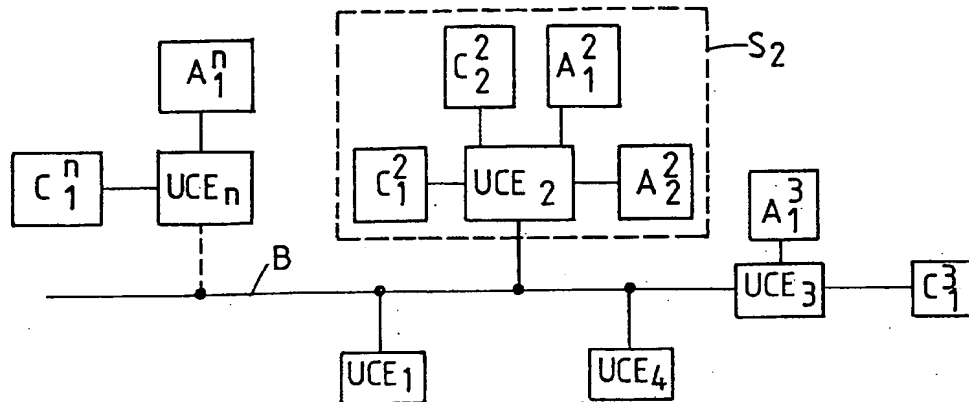


FIG.:1 (TECHNIQUE ANTERIEURE)

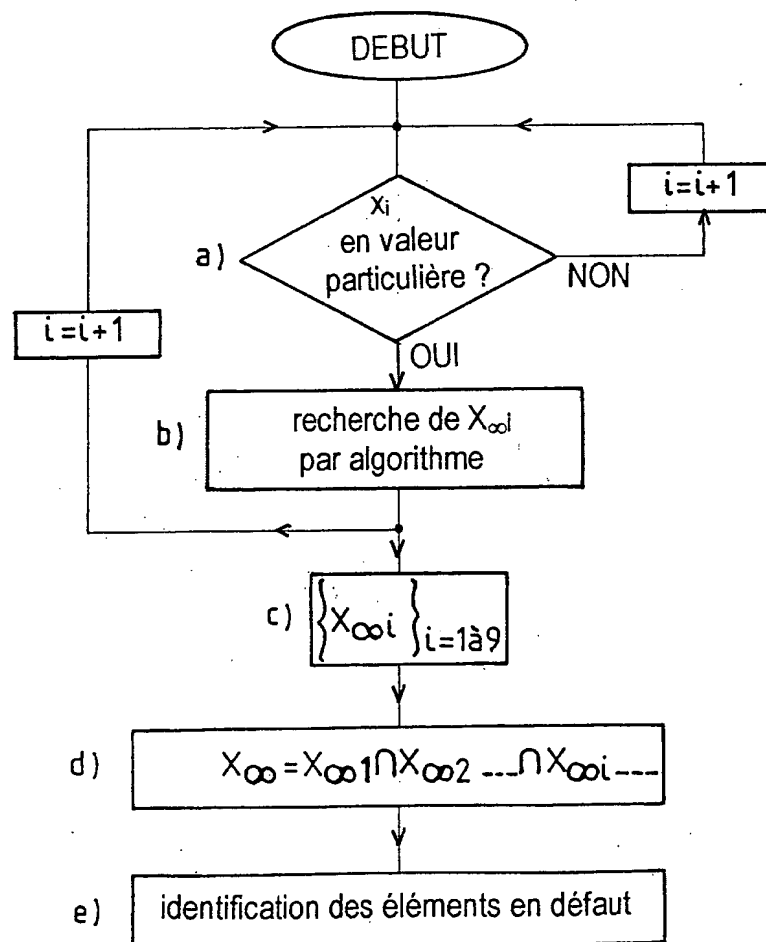


FIG.:2



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

288 853

N° d'enregistrement
nationalFA 611514
FR 0115819

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	WO 90 16048 A (LISZKA LUDWIK) 27 décembre 1990 (1990-12-27) * page 9, ligne 17 - page 6, ligne 23 *	1	G01R31/00
A	WO 01 31412 A (GEN ELECTRIC) 3 mai 2001 (2001-05-03) * figures 3,6,7,9 *	1	
A	US 5 960 381 A (ENDRES LINDA S ET AL) 28 septembre 1999 (1999-09-28)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			G05B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
27 août 2002		Kelperis, K	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0115819 FA 611514**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 27-08-2002
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9016048	A	27-12-1990	SE 463338 B	05-11-1990
			CA 2034492 A1	15-12-1990
			DE 69014565 D1	12-01-1995
			EP 0428703 A1	29-05-1991
			SE 8902146 A	05-11-1990
			WO 9016048 A1	27-12-1990
WO 0131412	A	03-05-2001	AU 1103401 A	08-05-2001
			AU 1243701 A	08-05-2001
			BR 0015067 A	18-06-2002
			WO 0131411 A1	03-05-2001
			WO 0131412 A1	03-05-2001
			US 6336065 B1	01-01-2002
US 5960381	A	28-09-1999	EP 1095322 A1	02-05-2001
			WO 0002108 A1	13-01-2000

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)